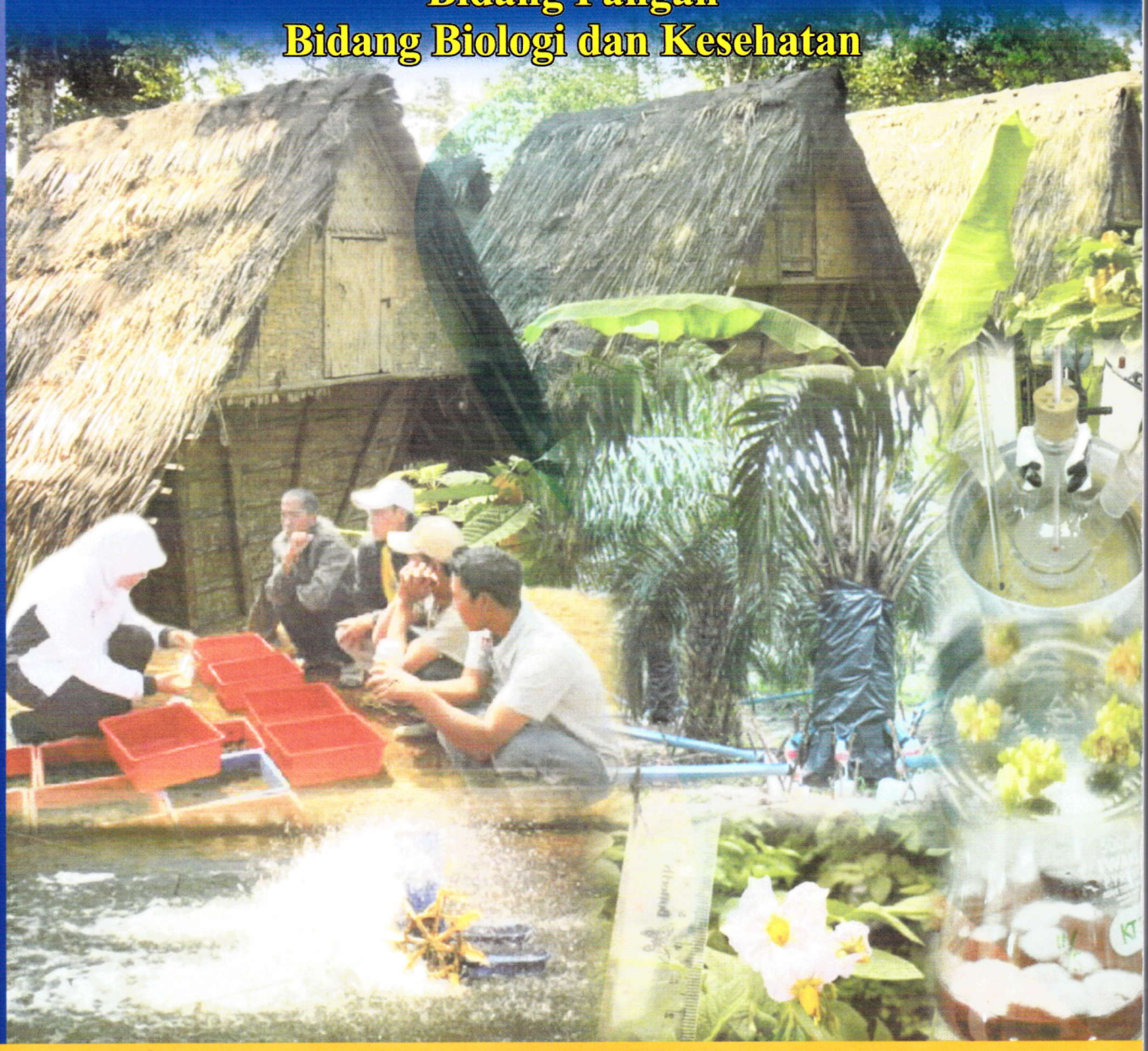
ISBN 978-602-8853-15-6
978-602-8853-17-0

PROSIDING
SEMINAR HASIL-HASIL PENELITIAN INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2012

Buku 1
Bidang Pangan
Bidang Biologi dan Kesehatan



LPPM - IPB

PROSIDING
SEMINAR HASIL-HASIL PENELITIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2012

Buku 1

Bidang Pangan
Bidang Biologi dan Kesehatan

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2013

SUSUNAN TIM PENYUSUN

Pengarah :
1. Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya Noorachmat, M.Eng (Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat IPB)
2. Prof. Dr. Ir. Ronny Rachman Noor, M.Rur.Sc (Wakil Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Bidang Penelitian IPB)
3. Dr. Ir. Prastowo, M.Eng (Wakil Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Bidang Pengabdian kepada Masyarakat IPB)

Ketua Editor : Dr. Ir. Prastowo, M.Eng

Anggota Editor :
1. Dr. Ir. Sulistiono, M.Sc
2. Prof. Dr. drh. Agik Suprayogi, M.Sc.Agr
3. Prof. Dr. Ir. Bambang Hero Saharjo, M.Agr

Tim Teknis :
1. Drs. Dedi Suryadi
2. Euis Sartika
3. Endang Sugandi
4. Lia Maulianawati
5. Muhamad Tholibin
6. Yanti Suciati

Desain Sampul : Muhamad Tholibin

Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian
Institut Pertanian Bogor 2012,
Bogor 10-11 Desember 2012

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Institut Pertanian Bogor

ISBN: 978-602-8853-15-6
978-602-8853-16-3

Mei 2013

DAFTAR ISI

SUSUNAN TIM PENYUSUN iii

KATA PENGANTAR v

DAFTAR ISI vii

BIDANG PANGAN **Halaman**

Induksi Keragaman Regeneran Jeruk Siam dengan Iradiasi Sinar Gamma pada Kalus Hasil Kultur Protoplas - *Aida Wulansari, Agus Purwito, Ali Husni* 1

Varietas Ikan Mas Tumbuh Cepat dan Tahan Infeksi Virus Koiherpes: Produksi Keturunan Kedua - *Alimuddin, Sri Nuryati, Nurly Faridah, Ayi Santika* 15

Pengembangan Pengelolaan Air Sawah *System of Rice Intensification* (SRI) dengan Sistem Monitoring Lapang di Indonesia - *Budi I. Setiawan, Chusnul Arif, Satyanto K. Saptomo, Ardiansyah, Masaru Mizoguchi, Ryoichi Doi, Tetsu Ito, Tsugihiro Watanabe* 29

Pengaruh Kondisi Lanskap terhadap Interaksi Tropik Antara Tanaman, Hama dan Parasitoid - *Damayanti Buchori, Akhmad Rizali, Ali Nurmansyah, Sudarsono, M. Yasin Farid, M. Nurhuda Nugraha, Adha Sari* 43

Perakitan Teknik Pengendalian Penyakit Tanaman Padi Ramah Lingkungan Berbasis Bakteri Agen Hayati dan Metabolit Sekundernya - *Giyanto, Rustam* 57

Induksi Mutasi Kalus Embriogenik Jeruk Keprok Garut (*Citrus reticulata* L.) dengan Iradiasi Sinar Gamma - *Karyanti, Agus Purwito, Ali Husni* 71

Optimalisasi *Technology Services* pada Wirausaha Benih dan Bibit Pepaya Pusat Kajian Hortikultura Tropika (PKHT) LPPM Institut Pertanian Bogor - *Ketty Suketi, M. Rahmad Suhartanto, Anna Fariyanti* 84

Pengembangan Produk Ransum Komplit Berbasis Hijauan Indigofera (Indifeedpb) sebagai Pakan Berkualitas untuk Kambing Perah - *Luki Abdullah, Dewi Apri Astuti, Nahrowi, Suharlina* 97

Strategi Produksi Pangan Organik yang Bernilai Tambah Tinggi Berbasis Petani - *Musa Hubeis, Hardiana Widyastuti, Nur Hadi Wijaya* 113

Studi Ketahanan Pangan dan *Coping Mechanism* Rumah Tangga di Daerah Kumuh - *Nety Hernawati, Dadang Sukandar, Ali Khomsan* 127

Kebijakan Swasembada Susu di Indonesia dengan Pendekatan Model Sistem Dinamik - *Ratna Winandi Asmarantaka, Juniar Atmakusuma, Siti Jahroh, Harmini* 142

Produksi Bibit Kelapa Kopyor *True to Type* dengan Persilangan Terkontrol dan Peningkatan Produksi Buah Kopyor dengan Polinator Lebah Madu - *Sudarsono, Hengky Novarianto, Sudradjat, Meldy L.A. Hosang, Diny Dinarti, Megayani Sri Rahayu, Ismail Maskromo* 161

Pengembangan Dodol Talas Produksi Desa Lingkar Kampus IPB sebagai Produk dan Oleh-Oleh Khas Bogor - *Sutrisno Koswara, Nuri Andawulan* 176

Kolaborasi *Barrier* Jagung dan Kitosan untuk Pengendalian *Bean common mosaic virus* dan Serangga Vektornya *Aphis craccivora* Koch di Lapang - *Tri Asmira Damayanti, Sugeng Santoso* 189

Biskuit Biosuplemen Pakan untuk Meningkatkan Produktifitas Kambing Perah - *Yuli Retnani, Idat Galih Permana, Lidy Herawati, Nur R. Komalasari* 203

BIDANG BIOLOGI DAN KESEHATAN

Konsumsi Pangan, Bioavailibilitas Zat Besi dan Status Anemia Siswi di Kabupaten Bogor - *Dodik Briawan, Yudhi Adrianto, Dian Hernawati, Elvira Syamsir, Muh Aries* 219

Pemanfaatan Biodiversitas Indonesia untuk Nanobiosensor Antioksidan - *Dyah Iswantini, Novik Nurhidayat, Lyonawati, Trivadila* 231

Studi Kinetika Produksi Glukosamin dalam *Water-Miscible Solvent* dan Proses Separasinya - *Eko Hari Purnomo, Azis Boing Sitanggang, Dias Indrasti* 247

Formulasi Minuman Emulsi Minyak Bekatul dengan Berbagai Flavor dan Pengaruh Penyimpanan terhadap Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi - *Evy Damayanthi, Cesilia Meti Dwiriani, Ilma Ovani* 263

Replikasi Model Geulis (Gerakan untuk Lingkungan Sehat) dalam upaya Meningkatkan Perilaku Hidup Sehat Siswa Pondok Pesantren Da'watul Quran Al-Rozie dan Darussalam di Bogor - *Ikeu Tanziha, Clara M. Kusharto, Hangesti Emi Widyasari* 280

Pengaruh Pemberian Fitoestrogen pada Masa Kebuntingan dan Laktasi terhadap Kinerja Reproduksi Anak - *Nastiti Kusumorini, Aryani Sismin S* 296

Sintesis *Scaffolds* Hidroksiapatit Berpori Berbasis Cangkang Telur dan Kitosan dengan Metode Sol Gel - *Setia Utami Dewi, Setyanto Tri Wahyudi, Parmita Aulia, Nur Aisyah Nuzulia* 313

Produksi Rekombinan Plantaricin yang Mengkode Bakteriosin dari *Lactobacillus plantarum* S34 Asal Isolat Bekasem Daging Sapi untuk Menanggulangi Demam Typhoid - *Suryani, A. Zaenal Mustopa, Linda Sukmarini, Rabiatul Adawiyah, Hasim* 322

INDEKS PENELITI xi

PENGEMBANGAN PENGELOLAAN AIR SAWAH *SYSTEM OF RICE INTENSIFICATION* (SRI) DENGAN SISTEM MONITORING LAPANG DI INDONESIA

(Developing Water Management of System of Rice Intensification Paddy Field by Field Monitoring System in Indonesia)

Budi I. Setiawan[1], Chusnul Arif[1], Satyanto K. Saptomo[1], Ardiansyah[2], Masaru Mizoguchi[3], Ryoichi Doi[3], Tetsu Ito[3], Tsugihiro Watanabe[4]

[1]Dep. Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
[2]Dep. Teknik Pertanian, Universitas Soedirman.
[3]Department of Global Agricultural Sciences, the University of Tokyo, JAPAN.
[4]Institute of Humanity and Nature, Kyoto, JAPAN.

08/07/2013

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk membangun sistem pemantauan lapangan (FMS) dalam mendukung pengelolaan sumber daya air terpadu dari *System of Rice Intensification* (SRI) sawah di Indonesia. FMS dikembangkan untuk pengukuran meteorologi dan parameter tanah. FMS bekerja sebagai sistem pemantauan jarak jauh mempergunakan *FieldRouter* yang dilengkapi dengan kamera dan terhubung ke data logger sistem pengukuran meteorologi dan tanah. Perubahan kelembaban dan suhu tanah serta parameter meteorologi diukur dan dimonitor pada interval 30 menit. Kemudian, data dan gambar tanaman setiap hari dikirim ke server dengan menggunakan sistem global untuk komunikasi *mobile* (GSM). Semua data yang dilakukan secara online dapat diakses di http://emsa-sri.org sebagai foto, data numerik dan grafis. Dengan mempergunakan data tersebut, metode baru telah dikembangkan untuk memperkirakan komponen neraca air, seperti irigasi dan evapotranspirasi tanaman untuk mengevaluasi produktifitas air. Selain itu data tersebut juga digunakan untuk melihat respon tanaman terhadap air yang tersedia di lahan diwakili oleh koefisien tanaman (Kc). Hasil penelitian menunjukkan bahwa FMS efektif, efisien dan dapat diandalkan dalam memantau sawah SRI di Indonesia. Kondisi lapangan yang sebenarnya dapat dipantau dengan baik secara visual, data numerik dan grafis, sehingga pertumbuhan tanaman dapat lebih mudah dipantau. Selain itu koefisien tanaman dan komponen neraca air dapat ditentukan dengan metode yang disajikan dengan menggunakan data pemantauan. Semua data pemantauan ini dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut dalam rangka mendukung pengelolaan sumber air terpadu di bidang padi SRI.

Kata kunci: *System of rice intensification*, lingkungan, irigasi, *quasi-realtime monitoring*, sumber daya air.

ABSTRACT

The study was performed for establishing a field monitoring system (FMS) to support integrated water resource management of System of Rice Intensification (SRI) paddy field in Indonesia. FMS was developed in providing meteorological and soil parameters data. FMS works as a remote monitoring system using FieldRouter that is equipped with an in situ camera and connected to meteorological and soil data loggers. Changes in soil moisture and soil temperature and meteorological parameters were measured and monitored at intervals of 30 minutes. Then, the data and plant image were daily transmitted to a remote server by means of the Global System for Mobile communication (GSM). All data were made accessible online at http://emsa-sri.org as images in addition

to numeric and graphic data. By monitoring data, we proposed the novel method to estimate water balance variables, such as irrigation water and crop evapotranspiration to evaluate water productivity. Also, we used the data to evaluate plant response to available water in the field represented by crop coefficient (Kc). The results showed that FMS was effective, efficient and reliable in monitoring SRI paddy fields in Indonesia. The actual field conditions were monitored well in term of image, numeric and graphic data acquisition. With these data, plant growth can be more easily monitored. Also, crop coefficient and water balance variables can be determined by the proposed method using the monitoring data. Furthermore, all monitoring and estimated data can be used for further analysis to support integrated water resource management program in SRI paddy fields.

Keywords: System of rice intensification, environmental, irrigation, quasi-real time monitoring, water resource.

PENDAHULUAN

Tantangan untuk meningkatkan produktifitas padi di Indonesia telah meningkat karena adanya peningkatan populasi dan berkurangnya daerah subur. Selain itu, perubahan iklim telah mempengaruhi irigasi padi selama musim hujan dan kering (De Silva *et al.* 2007). Pengelolaan tanaman dengan metode *System of Rice Intentsification* (SRI) diusulkan sebagai metode budidaya alternatif, dengan input yang lebih efisien dengan menyediakan kondisi pertumbuhan yang sesuai di zona akar. Konsep dasarnya adalah penanaman bibit muda tunggal dan jarak yang lebih lebar antara bibit transplantasi, penerapan irigasi berselang, pupuk organik dan aerasi tanah aktif (Uphoff *et al.* 2011; Stoop *et al.* 2002).

Sejak diperkenalkan pada musim kemarau tahun 1999 oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Indonesia, pengelolaan tanaman SRI telah tersebar luas di beberapa daerah melalui beberapa program di Indonesia. Dengan mengadopsi AWDI, penggunaan air dapat dikurangi sampai dengan 40% (Sato *et al.* 2011; Sato and Uphoff 2007). Namun, ada beberapa keterbatasan dalam mensosialisasikan pengelolaan tanaman SRI di Indonesia, seperti rezim irigasi dan pengendalian air (Gani *et al.* 2002).

Ketidakpastian mengenai dampak perubahan iklim dan perubahan penggunaan lahan untuk pasokan air telah menjadi tantangan untuk pengelolaan air pertanian. Peningkatan suhu dalam perubahan iklim akan meningkatkan evapotranspirasi, seperti yang ditunjukkan oleh Saptomo *et al.* (2009) dengan simulasi numerik. Salah satu upaya untuk beradaptasi dengan situasi ini adalah

dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air yang akan mengarah pada penghindaran kehilangan air irigasi, misalnya dengan mengurangi penggunaan genangan di sawah. Metode ini dapat menyediakan kelembaban tanah, evapotranspirasi dan suhu yang berbeda (Saptomo *et al.* 2011) yang mungkin mempengaruhi produksi.

Penelitian lebih lanjut berfokus pada air dan produktifitas lahan dengan mencari irigasi yang optimal. Irigasi dapat lebih dioptimalkan melalui pengembangan sumber daya air terpadu pengelolaan (IWRM) program. Untuk mendukung penelitian ini, diperlukan data yang lengkap pada lingkungan sawah seperti tanah dan data meteorologi dengan pengukuran yang kontinyu. Data kelembaban tanah sangat penting untuk mengidentifikasi ketersediaan air di lapangan. Sementara itu, informasi data meteorologi seperti curah hujan, suhu udara, kelembaban relatif, radiasi matahari dan kecepatan angin yang diperlukan untuk mempertimbangkan efek lingkungan alam dalam menentukan air irigasi. Data curah hujan dapat digunakan untuk menentukan awal musim hujan dan kering seperti di Indonesia (Irsyad 2011), sementara data meteorologi lainnya adalah faktor utama untuk menentukan evapotranspirasi (Allen et al. 1998). Oleh karena itu, sistem pemantauan lapang atau *Field Monitoring System* (FMS) diperlukan untuk memberikan informasi mengenai data tersebut.

Studi pengembangan FMS untuk sawah SRI dimulai sejak tahun 2008 dengan menggunakan *Field Server* (Setiawan *et al.* 2010; Gardjito *et al.* 2008.). Kemudian, pada tahun 2010 dilanjutkan dengan peralatan baru, *Field Router*, untuk memantau SRI sawah di Sukabumi, Jawa Barat (Arif *et al.* 2011). Sistem ini efektif, efisien dan dapat diandalkan dalam memantau SRI sawah di Indonesia (Mizoguchi *et al.* 2011). Oleh karena itu, dalam penelitian ini FMS diperluas penggunaannya di Bali dan Sulawesi Selatan bekerja sama dengan Lembaga Penelitian RIHN, Jepang mulai tahun 2011 berfokus pada program IWRM.

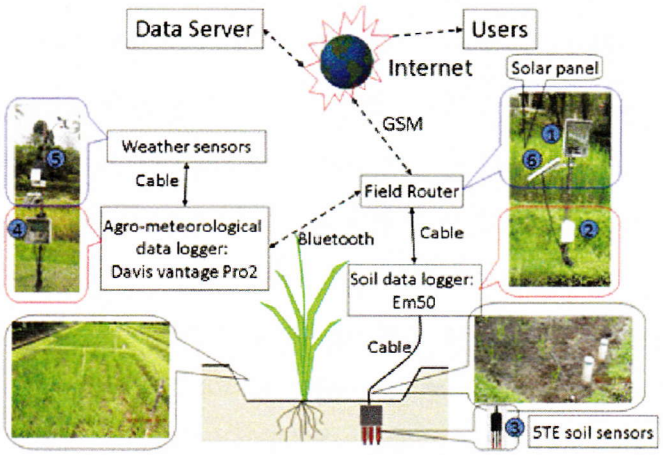
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi FMS diperpanjang menggunakan FieldRouter untuk sawah SRI di Bali dan Sulawesi Selatan serta membangun FMS untuk dalam mendukung program IWRM di sawah SRI.

METODE PENELITIAN

SRI *Field Monitoring System*

Sistem pemantauan jarak jauh *hybrid* FMS dengan FieldRouter, dilengkapi dengan kamera dan terhubung ke data logger meteorologi dan tanah. *Davis Vantage Pro2 Weather Station* digunakan untuk mengukur dan merekam data radiasi matahari, suhu udara, kelembaban relatif, kecepatan angin, arah angin dan curah hujan. Konsol peralatan ini terhubung ke *Field Router* dengan secara nirkabel. Pada lapisan tanah, sensor kelembaban tanah (5TE: kelembaban tanah, temperatur, konduktivitas listrik), yang dikembangkan oleh Decagon Devices, Inc, USA, dipasang pada kedalaman 10-cm dari atas tanah di masing-masing plot dan dihubungkan ke data logger Em50 menggunakan kabel (Gambar 1).

Setiap sensor diatur untuk mengukur tanah dan meteorologi parameter setiap 30 menit. Kemudian, data disimpan dalam setiap data logger. *Field Router* diatur untuk secara otomatis bekerja pada jam 12.00 sampai 12.30 untuk mengumpulkan data dari kedua data logger, dan mengirim data serta gambar tanaman ke server data melalui koneksi GSM. Pengguna dapat dengan mudah memperoleh data dengan mengakses *website monitoring* SRI.



Gambar.1. *FMS remote monitoring in SRI paddy field.*

Lokasi Sawah SRI

FMS dipasang di 8 lokasi yang terdiri 1 lokasi di Bogor, 1 lokasi di Sukabumi, 3 lokasi di Bali dan 3 lokasi di Sulawesi Selatan. Pada setiap lokasi parameter meteorologi, tanah dan data citra dimonitor oleh stasiun cuaca, soil data

logger, dan kamera kemudian data ditransfer oleh FMS. Kondisi detail setiap lokasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. FMS sawah SRI di Indonesia

No	Location	Stations	Weather station	Soil data logger	Image	Remote monitoring
1	Sukabumi	NOSC	Operational	Operational	Operational	Operational
2	Bogor	IPB	Operational	NOT INSTALLED	Operational	Operational
3	Bali	Lokapaksa	Operational	Operational	Operational	Operational
4		Titab	Operational	Operational	Operational	Operational
5		Umejero	Operational	Operational	Operational	Operational
6	South	Manjapai	Operational	Operational	DOWN	DOWN
7	Sulawesi	Bisua	Operational	Operational	Operational	Operational
8		Malino	Operational	Operational	Operational	Operational

Analisis Data

Dalam operasi FMS untuk sawah SRI di Indonesia, sistem dihadapkan pada kendala data yang hilang, seperti kelembaban tanah, karena masalah tak terduga. Oleh karena itu model jaringan saraf tiruan (ANN) dikembangkan untuk memperkirakan kelembaban tanah berdasarkan data meteorologi (Arif *et al.* 2012a).Selain itu untuk mengevaluasi pengelolaan air SRI, variabel keseimbangan air, seperti air irigasi dan evapotranspirasi tanaman sangat penting untuk diperkirakan untuk menentukan produktifitas air, dimana data tersebut tidak tersedia di lapangan. Oleh karena itu, metode estimasi menggunakan Solver Excel dikembangkan untuk memperkirakan variable yang tak terukur tersebut. (Arif *et al.* 2012b).

Produktifitas Air dan Koefisien Tanaman

Setelah semua variabel dapat diperkirakan dengan menggunakan metode yang diusulkan, data-data tersebut digunakan untuk menghitung produktifitas air (*WP*) untuk mencari hubungan air dan produksi beras (Molden *et al.* 2003). Di sawah, *WP* dihitung menggunakan persamaan berikut (Van der Hoek *et al.* 2001):

$$WP = \frac{Y}{\sum ETc} \quad \text{.....(1)}$$

di mana, Y adalah hasil (ton / ha) dan ETc adalah total evapotranspirasi tanaman (mm) yang berasal dari analisis neraca air.

Kemudian, untuk mengevaluasi respons tanaman terhadap air yang tersedia di lapangan, koefisien tanaman (Kc) ditentukan berdasarkan dua percobaan yaitu perlakuan SRI dan konvensional. Kc dapat ditentukan sebagai koefisien tanaman tunggal atau koefisien tanaman ganda. Di sini koefisien tanaman tunggal (Kc) untuk menguji pengaruh dari transpirasi tanaman dan evaporasi tanah secara bersamaan. Kc nilai dihitung dari persamaan berikut:

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \quad \text{.....} (2)$$

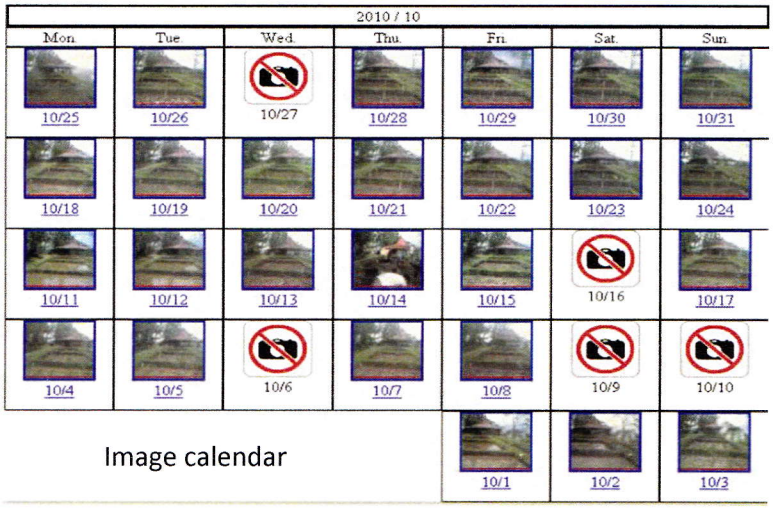
dimana ETo adalah referensi evapotranspirasi yang dihitung berdasarkan model Penman-Monteith (Allen *et al.* 1998). Nilai Kc dihitung untuk setiap hari dan setiap nilai difilter menggunakan persamaan Kalman filter (Welch dan Uskup, 2006; Kalman, 1960) untuk m tren. Rata-rata nilai Kc kemudian dihitung pada setiap tahap pertumbuhan, yaitu awal, pengembangan tanaman, tahap musim reproduksi dan akhir (Vu *et al.* 2005; .Tyagi *et al.* 2000; Allen *et al.* 1998; Mohan dan Arumugam, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

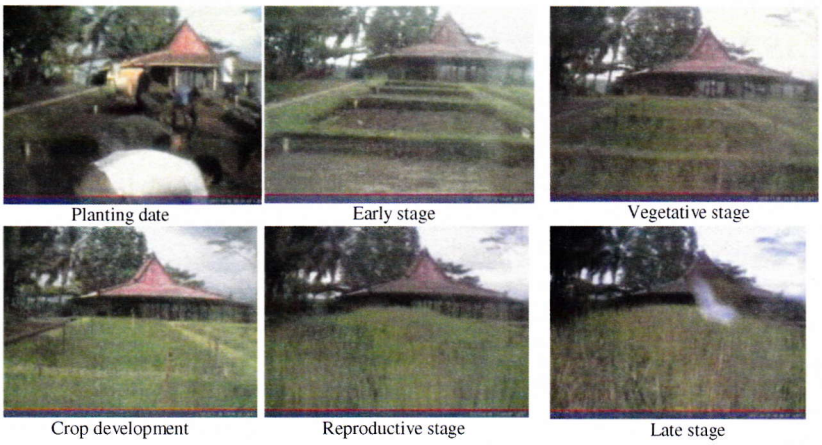
Website Sistem Informasi SRI

Semua informasi tentang pemantauan lapangan SRI dari penelitian ini dapat dengan mudah diakses melalui http://emsa-sri.org, yang disebut sebagai *website An Environmental Monitoring System on the Advancement of the System of Rice Intensification* (EMSA-SRI). Kita dapat memilih data numerik dan grafis pada tanah dan parameter meteorologi serta data gambar tanaman dari menu situs EMSA-SRI. Selain itu, *website* ini dilengkapi dengan menu lain yang terkait dengan penelitian seperti Tentang EMSA-SRI, Berita, Peneliti, *Event* dan Artikel. "Tentang EMSA-SRI" menggambarkan konsep pemantauan dan instrumen yang akan digunakan. Menu Peneliti berisi daftar tim peneliti, sedangkan Berita dan menu Acara menginformasikan berita yang terkait dengan SRI dan konferensi internasional yang dihadiri. Menu Artikel berisi artikel yang ditulis oleh para peneliti.

Gambar 2. SRI field monitoring website.



Gambar 3. Kalender data gambar tanaman selama periode tanam.



Gambar 4. Pertumbuhan tanaman hasil monitoring visual FMS.

Pemantauan Pertumbuhan Tanaman

Foto tanaman setiap hari dikirim melalui jaringan GSM ke server dan disajikan sebagai gambar tunggal seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Untuk melihat gambaran dari tanaman selama periode tanam tersedia fasilitas kalender gambar (Gambar 3). Dalam kalender ini juga dapat diidentifikasi permasalahan yang terjadi di lapang maupun pada peralatan, sebagai contoh pada bulan Oktober 2010, ada gambar yang gagal dikirim ke server karena masalah jaringan GSM.

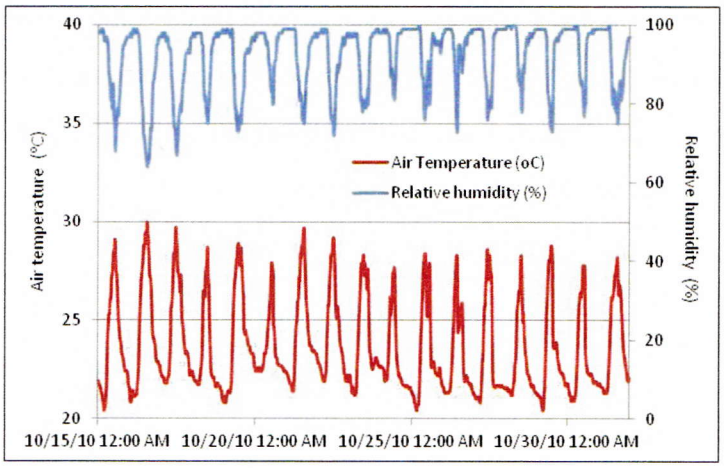
Namun, gambar yang mewakili setiap tahap tumbuh dapat direkam dan dikirim dengan baik ke server. Pada tahap awal, tanaman hampir tidak terlihat dan foto didominasi oleh tanah akibat penanaman bibit tunggal yang sangat muda, pada pengelolaan tanaman SRI. Sebaliknya, pada tahap reproduksi dan akhir, tanaman tumbuh dengan baik dan menutupi seluruh bidang. Hal ini menunjukkan bahwa tanam bibit tunggal per lubang dengan bibit sangat muda, kemungkinan besar meningkatkan produksi bahan kering dibandingkan dengan tiga tanaman per lubang seperti diutarakan San-oh *et al.* (2004).

Dinamika Parameter Meteorologi

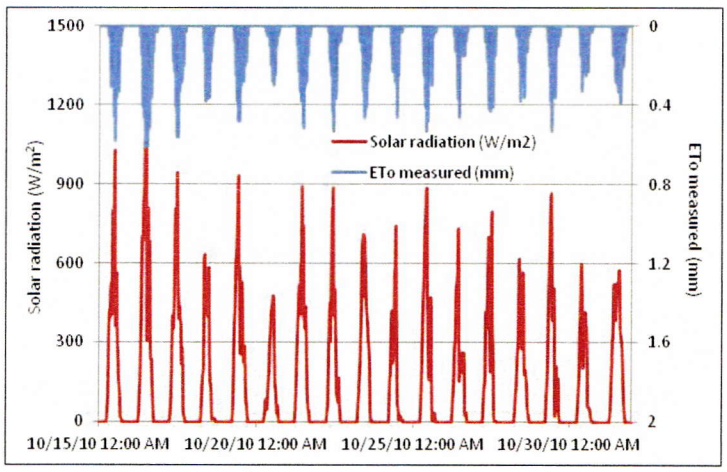
Gambar 5 menunjukkan perubahan jam dalam suhu udara dan kelembaban relatif selama 15-31 Oktober 2012. Kecenderungan data suhu udara terlihat kontras dengan kelembaban relatif. Suhu udara maksimum diamati pada siang hari sekitar pukul 12.00-02.00 ketika kelembaban relatif yang sangat rendah. Suhu udara maksimum hampir 30°C, ketika kelembabannya adalah sekitar 60% pada

tingkat terendah pada tanggal 16 Oktober 2010 12.00 PM. Suhu udara dipengaruhi oleh radiasi matahari di mana tingkat maksimum dicapai saat radiasi matahari juga pada tingkat maksimum sebagaimana disajikan pada Gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan perubahan per jam di radiasi matahari dan evapotranspirasi referensi selama 15-31 Oktober 2012. Radiasi matahari memiliki korelasi positif terhadap evapotranspirasi referensi. Radiasi matahari maksimum dicapai pada waktu sekitar 12.00-14.00 serta evapotranspirasi acuan. Ini berarti selama waktu itu, kebutuhan air untuk tanaman mencapai tingkat maksimum.



Gambar 5. Dinamika temperatur dan kelembaban udara.

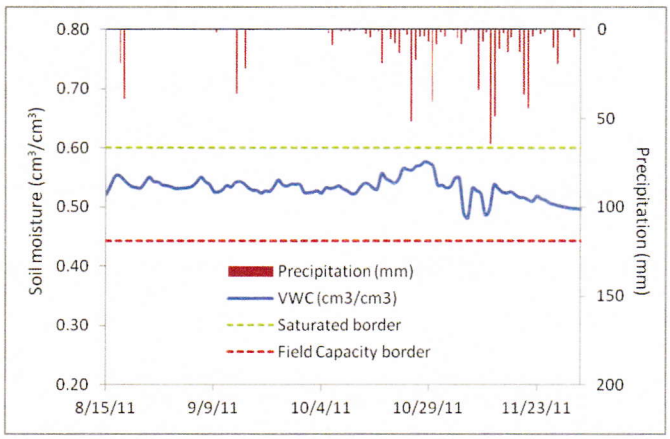


Gambar 6. Dinamika radiasi dan evapotranspirasi referensi.

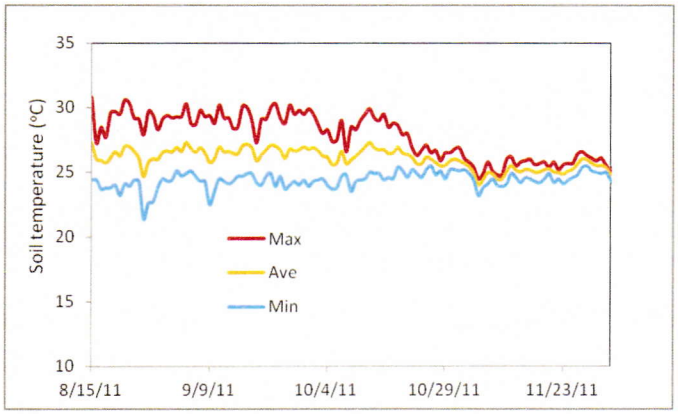
Dinamika Parameter Tanah Terukur

Pengelolaan air SRI dilakukan tanpa genangan dan berbeda dengan budidaya padi konvensional. Kelembaban tanah dipertahankan diantara kondisi jenuh dan kapasitas lapang (Gambar 7), sehingga kondisi aerobik dapat tersedia dimana tanaman dapat menyerap oksigen secara optimal. Dengan praktek ini, air irigasi dapat dihemat sampai dengan 40% (Chapagain dan Yamaji, 2010).

Terjadi perubahan kecenderungan (tren) temperatur tanah selama periode budidaya. Pada permulaan sampai tahap pertengahan, tren yang terjadi lebih besar dari pada tahap berikutnya seperti halnya kesenjangan yang antara maksimum, rata-rata, dan nilai-nilai minimum (Gambar 8). Kecenderungan ini dipengaruhi oleh tanaman penutup ketika lahan tertutup tanaman pada tahap terakhir, dan tren fluktuasi suhu tanah secara bertahap melemah.



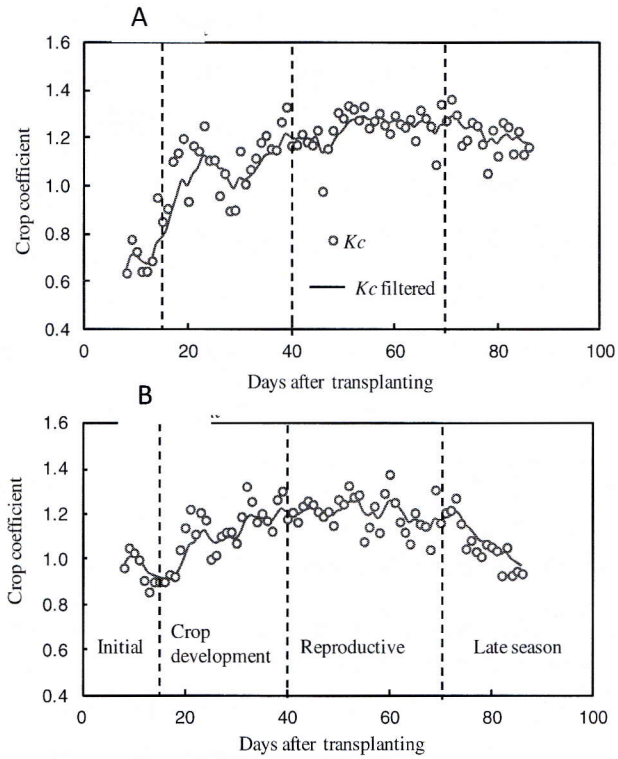
Gambar 7. Dinamika kelembaban tanah dan hujan.



Gambar 8. Dinamika temperatur tanah.

Koefisien Tanaman

Koefisien harian tanaman (Kc) nilai di sawah berfluktuasi di sepanjang sebagian besar periode budidaya (Gambar 9). Metode Filter Kalman digunakan untuk merapikan data dan menyambungkan garis yang *smooth* dan terus menerus selama periode tanam untuk kedua perawatan. Pada tahap awal, nilai Kc untuk sawah SRI lebih rendah daripada sawah konvensional karena sawah SRI lebih kering. Nilai Kc untuk kedua perawatan mencapai nilai minimum ketika permukaan air yang diamati turun selama beberapa hari sebagai respon terhadap kondisi kering. Di sini, diperkirakan nilai minimum Kc adalah masing-masing adalah 0,64 dan 0,86 untuk sawah SRI dan konvensional.



Gambar 9. Koefisien tanaman: A. SRI, B. Konvensional.

Selama tahap perkembangan tanaman, nilai Kc meningkat secara bertahap, dan kemudian menurun drastis. Penurunan Kc terjadi ketika level air mencapai ambang irigasi minimum untuk kedua perawatan. Pada tahap ini, Kc minimal nilai adalah 0,90 dan 1,02 untuk sawah SRI dan perawatan konvensional. Namun, bila tingkat air meningkat lagi menjadi ke ambang irigasi maksimum, Kc juga meningkat secara bertahap sampai akhir tahap ini.

Nilai Kc tetap pada tingkat tinggi selama tahap reproduksi ketika level air mencapai tingkat maksimal setelah curah hujan sering selama beberapa hari. Pada tahap terakhir, namun, ketika curah hujan menurun, air berkurang dan tanaman mengalami penuaan penuh, nilai Kc menurun untuk kedua perlakuan. Fenomena ini menunjukkan bagaimana respon tanaman terhadap ketersediaan air (Arif *et al.* 2012c).

KESIMPULAN

Sistem Monitoring Lapang (FMS) yang dikembangkan cukup efektif, efisien dan dapat diandalkan dalam memantau SRI sawah di Indonesia. Kondisi lapang yang sebenarnya dipantau dengan baik dalam bentuk citra, akuisisi data numerik dan grafis. Dengan demikian, pertumbuhan tanaman dapat lebih mudah dipantau. Selain itu koefisien tanaman dan variabel neraca air dapat ditentukan dengan metode yang diusulkan menggunakan data pemantauan. Semua data pemantauan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut untuk mendukung program IWRM di lahan sawah SRI.

DAFTAR PUSTAKA

Allen RG, Pareira LS, Raes D, Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Arif C, Mizoguchi M, Setiawan BI, Doi R. 2012a. Estimation of soil moisture in paddy field using Artificial Neural Networks. International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence 1 (1):18-21.

Arif C, Setiawan BI, Mizoguchi M, Doi R. 2012b. Estimation of Water Balance Components in Paddy Fields under Non-Flooded Irrigation Regimes by using Excel Solver. Journal of Agronomy 11 (2): 53-59. doi: 10.3923/ja. 2012.53.59.

Arif C, Setiawan BI, Mizoguchi M, Doi R, Saptomo SK, Ardiansyah., Ito T. 2011. Field Network System to Monitor Paddy Fields in the System of Rice Intensification in Indonesia. Paper presented at the CIGR 2011 conference on Sustainable Bioproduction, Tokyo, 19-23 September.

Arif C, Setiawan BI, Sofiyuddin HA, Martief LM, Mizoguchi M, Doi R. 2012c. Estimating Crop Coefficient in Intermittent Irrigation Paddy Fields Using

Excel Solver. Rice Science 19 (2):143-152. doi:10.1016/s1672-6308(12)60033-x.

Chapagain T, Yamaji E. 2010. The effects of irrigation method, age of seedling and spacing on crop performance, productivity and water-wise rice production in Japan. Paddy Water Environ 8 (1):81-90. doi:10.1007/s10333-009-0187-5.

De Silva CS, Weatherhead EK, Knox JW, Rodriguez-Diaz JA. 2007. Predicting the impacts of climate change - A case study of paddy irrigation water requirements in Sri Lanka. Agr Water Manage 93 (1-2):19-29. doi:10.1016/j.agwat.2007.06.003.

Gani A, Kadir TS, Jatiharti A, Wardhana IP, Las I. 2002. The System of Rice Intensification in Indonesia. In: Uphoff N, Fernandes E, Yuan LP, Peng JM, Rafaralahy S, Rabenandrasana J (eds) Assessments of the System of Rice Intensification (SRI), Sanya, China, 1-4 April 2002. Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development, Ithaca, NY, pp 58-63.

Gardjito, Rudiyanto, Agustina H, Setiawan BI, Mizoguchi M, Ito T, Priess J. 2008. Environmental Monitoring with Field Server via Internet. In: LIPI and STORMA Workshop, Jakarta, 20-21 February 2008.

Irsyad F. 2011. Analysis of Cidanau River Discharge using SWAT Application. Bogor Agricultural University, Bogor.

Kalman RE. 1960. A new approach to linear filtering and prediction problems. Transactions of the ASME–Journal of Basic Engineering 82 (Series D): 35-45.

Mizoguchi M, Ito T, Arif C, Mitsuishi S, Akazawa M. 2011. Quasi real-time field network system for monitoring remote agricultural fields. In: SICE Annual Conference 2011, Waseda University, Tokyo, Japan, 13-18 September 2011. pp 1586-1589.

Mohan S, Arumugam N. 1994. Irrigation crop coefficient for lowland rice. Irrigation and Drainage Systems 8:159-176. doi:10.1007/BF00881016.

Molden D, Murray-Rust H, Sakthivadivel R, I M. 2003. A water productivity framework for understanding and action. In: Kijne J, Barker R, Molden D (eds) Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement. CABI publishing and International Water Management Institute.

San-oh Y, Mano Y, Ookawa T, Hirasawa T. 2004. Comparison of dry matter production and associated characteristics between direct-sown and transplanted rice plants in a submerged paddy field and relationships to planting patterns. Field Crop Res 87:43-58.

Saptomo, S.K., B.I.Setiawan, Kozue Yuge, Ken Mori.Simulating soil water flow and energy balance of paddy soil. 2009. International Conference on

Promising Practices for the Development of Sustainable Paddy Fields. Bogor: October 7-9, 2009.

Saptomo, S.K., B. I. Setiawan, C. Arief. 2011. Evapotranspiration and Heat Flux over Wet and Dry System of Rice Intensification (SRI) Paddy Field Environment: Simulation Using Surface Energy Balance Model. PAWEES 2011 International Conference on "Capacity Building for Participatory Irrigation and Environmental Management", Taipei, 27-28 October 2011.

Sato S, Uphoff N. 2007. A review of on-farm evaluation of system of rice intensification (SRI) methods in eastern Indonesia. 2 (054):12.

Sato S, Yamaji E, Kuroda T. 2011. Strategies and engineering adaptions to disseminate SRI methods in large-scale irrigation systems in Eastern Indonesia. Paddy Water Environ 9 (1):79-88. doi:10.1007/s10333-010-0242-2.

Setiawan BI, Mizoguchi M, Arif C, Ito T. 2010. Environmental Monitoring System on the Advancement of the System of Rice Intensification in Asian Countries. In: AFITA 2010 International Conference: the Quality Information for Competitive Agricultural based Production System and Commerce, Bogor, Indonesia, 3-7 October 2010.

Stoop W, Uphoff N, Kassam A. 2002. A review of agricultural research issues raised by the system of rice intensification (SRI) from Madagascar: opportunities for improving farming systems for resource-poor farmers. Agr Syst 71:249-274. doi:10.1016/S0308-521X(01)00070-1.

Tyagi NK, Sharma DK, Luthra SK. 2000. Determination of evapotranspiration and crop coefficients of rice and sunflower with lysimeter. Agr Water Manage 45 (1):41-54. doi:10.1016/S0378-3774(99)00071-2.

Uphoff N, Kassam A, Harwood R. 2011. SRI as a methodology for raising crop and water productivity: productive adaptations in rice agronomy and irrigation water management. Paddy Water Environ 9:3-11. doi:10.1007/s10333-010-0224-4.

Van der Hoek W, Sakthivadivel R, Renshaw M, Silver JB, Birley MH, Konradsen F. 2001. Alternate wet/dry irrigation in rice cultivation: a pratical way to save water and control malaria and Japanese encephalitis? Research Report 47. International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

Vu SH, Watanabe H, Takagi K. 2005. Application of FAO-56 for evaluating evapotranspiration in simulation of pollutant runoff from paddy rice field in Japan. Agr Water Manage 76 (3):195-210. doi:10.1016/j.agwat. 2005.01.012.

Welch G, Bishop G. 2006. An introduction to the Kalman Filter.